

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-57496

(43)公開日 平成5年(1993)3月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 3 0 B 11/02

15/18

識別記号

庁内整理番号

H 7128-4E

L 7128-4E

F 7728-4E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全14頁)

(21)出願番号

特願平3-247028

(22)出願日

平成3年(1991)8月31日

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72)発明者 中川 威雄

神奈川県川崎市中原区市ノ坪223-4-416

(72)発明者 鶴 英明

千葉県市川市湊3-3-103

(72)発明者 稲葉 善治

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地  
ファナック株式会社商品開発研究所内

(74)代理人 弁理士 竹本 松司 (外2名)

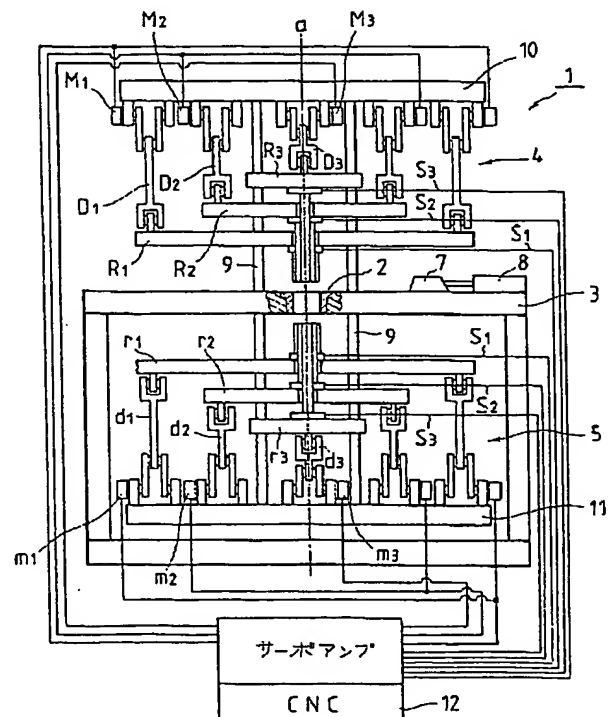
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多段電動式粉末成形機と圧縮成形方法

(57)【要約】

【目的】 パンチを部分パンチからなる多段に構成し、各部分パンチを作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力について、自由に設定し、実行できるようにした電動式粉末成形機の提供。

【構成】 パンチを構成する各部分パンチのそれぞれを、各自のサーボモーターで駆動できるようにし、これらのサーボモーターを制御する制御装置を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形空間を形成するダイとパンチを備え、パンチは複数の部分パンチから構成され、各部分パンチはそれぞれ加圧ラムに取り付けられ、加圧ラムはサーボモーターを駆動源とするそれぞれの直線移動機構に結合され、さらに、各サーボモーターの駆動を制御する制御装置が設けられていることを特徴とする多段電動式粉末成形機。

【請求項2】 部分パンチの圧縮力を検出する圧力センサーを設け、制御装置が上記圧力センサーの出力があらかじめ設定した圧縮力に相当するものとなるように、その部分パンチに関するサーボモーターの駆動を制御する機能を備えたものであることを特徴とする請求項1に記載の多段電動式粉末成形機。

【請求項3】 成形空間に充填された成形粉末をパンチで圧縮成形する方法であって、パンチによる圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、タイミング、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体を得ることを特徴とした圧縮成形方法。

【請求項4】 一つの成形過程に複数の成形粉末充填ステップと圧縮ステップを順序を持たせて組み合わせ、先に形成された圧縮成形部分に次の圧縮成形部分を連結していくことを特徴とした請求項3に記載の圧縮成形方法。

【請求項5】 成形空間に成形粉末を充填した後、パンチで該空間を閉じ、押圧前に各分割面の位置を定めて押圧面形態を形成することにより成形空間内部の成形粉末を移動させることを特徴とした請求項3に記載の圧縮成形方法。

【請求項6】 パンチによる押圧を本押圧とその前の仮押圧とし、仮押圧の後、一部の分割面を移動して押圧面形態を完成させることを特徴とした請求項1または、請求項3に記載の圧縮成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、各種金属やセラミックなどの粉末をダイとパンチが構成する成形空間で多段に圧縮して成形するプレスタイプの電動式成形機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の粉末成形機における多段成形では、パンチを構成する部分パンチの動作をそれぞれ自由に設定、あるいは補正する機能はなく、成形可能な形状や圧縮程度の分配に制限があった。さらに駆動機構は単純な油圧機構や単なる電動モーターで、部分パンチを設定した動きとするためにダイセットを用いている。ダイセットは、機構が複雑で高価であり、さらに、成形品の形態が異なるごとにダイセットを必要とし不経済であった。また、従来の駆動機構では、圧縮力や成形体寸法の

微妙な調整などができなかった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この発明は、部分パンチの動作が自由で、広範囲な形態の成形を行える電動式粉末成形機およびこの成形機を用いて実施できる圧縮成形方法の提供を課題とする。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

【装置】 ダイとパンチで成形空間を形成する。パンチは複数の部分パンチから構成する。各部分パンチはそれぞれ加圧ラムに取り付けられ、加圧ラムはサーボモーターを駆動源とするそれぞれの直線移動機構に結合される。各サーボモーターの駆動を制御する制御装置を設ける。

【方法】 パンチによる圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体を得る。

## 【0005】

【作用】 部分パンチは全体として一つのパンチを構成し、それぞれが自由に駆動されて、種々な押圧面形態（密度分布を含む）を形成する。

【0006】 制御装置は部分パンチの駆動を制御し、上記の押圧面形態を作成する。

【0007】 サーボモーターは制御装置に制御されて、各部分パンチの位置あるいは圧縮力、作動のタイミングを実行する。

【0008】 圧縮面を分割し、各分割面を設定した順序、タイミング位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧することにより、押圧面形態を自由に形成することが可能となる。

## 【0009】

【実施例】 図1は多段電動式粉末成形機1（以下、単に成形機という）の全体を機構的に示し、中央にダイ2を交換可能に取り付けたダイプレート3があり、ダイプレート3の上方と下方にパンチユニット4、5が配置されている。ダイ2は上下方向に貫通した孔を有する。上方パンチユニット4は、平行に配置された第1、第2、第3の加圧ラムR（R1、R2、R3）とこれらのそれぞれに固定された第1、第2、第3の部分パンチP（P1、P2、P3…図2）、各加圧ラムRに結合された直線移動機構D（D1、D2、D3）およびこれらをそれぞれに駆動するサーボモーターM（M1、M2、M3）で構成されている。直線移動機構DはサーボモーターMの回転駆動力を直線運動に変換し、また、倍力機構でもあるクランク構造とされている。加圧ラムR1、R2には、直線移動機構D1、D2とサーボモーターM1、M2がそれぞれ一対ずつ設けられ、作動上で左右の均衡をとるようになっている。なお、各パンチPがそれぞれの加圧ラムRに取り付けられる基部には、それぞれの圧縮力を検出する圧力センサーS（S1～S3）が配置されている。

【0010】下方パンチユニット5は、ダイプレート3を挟んで上方パンチユニット4と対称に配置され、上方パンチユニット4と同じ構造を有する。すなわち、第1、第2、第3の加圧ラム $r$  ( $r_1, r_2, r_3$ )、同様に部分パンチ $p$  ( $p_1, p_2, p_3$ )、直線移動機構 $d$  ( $d_1, d_2, d_3$ )、これらをそれぞれに駆動するサーボモーター $m$  ( $m_1, m_2, m_3$ ) および圧力センサー $s$  ( $s_1 \sim s_3$ ) を備え、同様に構成されている。ダイプレート3は成形機1のベース6に支持され、上面に成形用粉末を供給するフィーダー7が配置されている。フィーダー7はエアアクチュエーター8によって図示のホームポジション位置とダイ2の位置を往復移動する。ダイプレート3の上下面には、ダイ2の両側に垂直なガイドバー9が平行に取り付けられ、これらに上記の加圧ラム $R, r$  が上下移動可能に装着されると共に上端および下端が上部機枠10と下部機枠11で連結されている。上方および下方のパンチユニット4、5における直線移動機構 $D, d$ の基部はそれぞれ上記の上部機枠10および下部機枠11に固定され、また、各サーボモーター $M, m$ もそれぞれ上部、下部の機枠10、11に取り付けられている。

【0011】部分パンチ $P, p$ は、成形機1を縦方向に貫通した一本の軸線 $a$  (圧縮軸線) を共通軸線として同軸に配置され、上方の部分パンチ $P_1$ と下方の部分パンチ $p_1$ は同じパンチ面を有して対向する。他の部分パンチについても同じである。すなわち、この実施例では、第1、第2の部分パンチ $P_1, P_2$ および $p_1, p_2$ は管状で断面が環状であり、第3パンチ $P_3, p_3$ は円柱状で断面は円盤となっている。

【0012】そして、各サーボモーター $M, m$ はコンピューター内蔵数値制御装置(CNC)およびサーボアンプからなる制御装置12に接続され、また各圧力センサー $S, s$ の検出出力が上記CNCの入力回路に伝達されるようになっている。なお、結線の図示が省略されているが、フィーダー7のエアアクチュエーター8も制御装置12によってオン・オフ制御される。制御装置12は、各サーボモーター $M, m$ に対応した数の制御チャンネルを備え、それぞれに作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力(トルク)の制御を行うことができる。制御の様子は従来と同様であって、CNCに格納されたシステムプログラムによって、成形プログラムが稼働され、キーボードなどの入力装置から入力されて制御装置12内にあらかじめ設定された各部分パンチ $P, p$ の作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力についてのデータを用い、各部分パンチ $P, p$ を駆動する。なお、圧縮力の制御については、設定値に基づく位置制御による場合と圧力センサー $S, s$ からの検出出力値に基づくフィードバック制御とを、必要に応じ切り換えて実行可能となっている。切り換えの制御機構は特開昭62-207618号公報に記載されているものと同様である。

【0013】作動の第1の例について、図2～図14を用いて説明する。成形プログラムおよび各部分パンチ $P_1 \sim P_3, p_1 \sim p_3$ に関する作動データ(位置、作動タイミングなど)は入力ずみとする。作動の当初、上、下の各部分パンチ $P, p$ はいずれも下端あるいは上端のパンチ面を揃えてそれぞれあたかも一本の上方パンチ13および下方パンチ14のようにされ、下方パンチ14のパンチ面がダイプレート3の上面に一致された、それぞれのホームポジション位置にある(図2)。下方の部分パンチ $p$ が一斉に、すなわち、一本の下方パンチ14として下降し、ダイ2とで上方が開口した成形空間15を形成する(図3)。下方の第2部分パンチ $p_2$ が上方に位置決めされ、成形空間15の内部に環状の凸部を構成する(図4)。エアアクチュエータ8がオンされてフィーダー7を往復させ、成形空間15に成形粉末を充填する(図5、図6)。

【0014】アンダーフィルとするために、下方の部分パンチ $p_1 \sim p_3$ を一斉に同距離だけ下方へ移動させ、成形空間15内部の成形粉末を下方へ下げ、その上方に若干の間隔 $t_1$ をとる(図7)。すなわち、下方パンチ14をそのまま所定距離だけ下方へ移動して上記の間隔 $t_1$ を作る。これは、上方パンチ13が成形空間15に突入した時に成形粉体が飛散するのを防止するためである(図7)。上方の部分パンチ $P_1 \sim P_3$ が一斉に、すなわち、上方パンチ13が設定所定量下降して成形空間15の成形粉体を圧縮する。このとき、上方パンチ13は、制御装置12が位置制御にあるときは、あらかじめ設定された位置まで下降して停止する。また、フィードバック制御にあるときは各圧力センサー $S, s$ からの検出出力が設定した圧縮力に相当するものとなった位置で停止する。このため、フィードバック制御の場合には、上方パンチ13による押圧面を平らにするため、上方および下方の各部分パンチ $P, p$ のそれぞれで異なる圧力値を設定することがある(図8)。なお、図8にのみ圧力センサー $S, s$ を示し、他の図においては図示を省略している。

【0015】圧縮が完了すると、上方パンチ13を構成する各部分パンチ $P$ は同距離だけ上昇され、成形空間15から退避しホームポジションに戻る(図9)。下方パンチ14において、突出していた第2部分パンチ $p_2$ をそのパンチ面が他の部分パンチ $p_1, p_3$ のパンチ面と一致するところまで引き下げ、突出部分を上記の圧縮によって成形された圧粉体16(成形品)から引き抜く(図10)。この時、部分パンチ $p_1, p_3$ のパンチ面が圧粉体16を支え、第2部分パンチ $p_2$ の引き抜きを容易にする。

【0016】下方パンチ14を構成する各部分パンチ $p_1 \sim p_3$ が一斉に同一距離だけ上昇される。すなわち、下方パンチ14はパンチ面を平らにしたまま上昇し、圧粉体16をダイプレート3の上面まで持ち上げる。この

時の持ち上げ速度は成形粉体の組成や特徴、成形時の圧縮力の大小で定まる圧粉体 16 の特性に応じて制御される (図 11)。以上により、下面に環状の凹部を備えたコア状の圧粉体 16 (成形品) を得られる。

【0017】図 12~14 は作動の他の例を示すもので、図 12 の例では、下方パンチ 14 を構成する第 2、第 3 部分パンチ p2, p3 を第 1 の部分パンチ p1 に対し順次低く配置して成形空間を 15 を形成し、これに成形粉体を充填した後、上方から、第 2、第 3 部分パンチ P2, P3 を第 1 部分パンチ P1 に対し順次上方へ配置した上方パンチ 13 で圧縮し、成形するもので、圧粉体 16 は、その上方および下方パンチ 13, 14 に接していた押圧面が断面において階段状となる押圧面形態を備える。図 13 の例では、中央部に孔を備えた圧粉体 16 が形成される。すなわち、ホームポジションの状態において下方パンチ 14 の第 3 部分パンチ p3 を残したまま、第 1、第 2 パンチ p1, p2 を下降させて環状の成形空間 15 を作り、これに成形粉体を充填し、ついで、上方から部分パンチ P3 を、そのパンチ面が圧縮完了時に上記の部分パンチ p3 のパンチ面に接する位置とした上方パンチ 13 で圧縮し、得られるものである。

【0018】さらに、図 14 の例は、上記の図 13 の例において、上方パンチ 13 における第 3 部分パンチ P3 と下方パンチ 13 における第 3 パンチ p3 のパンチ面が、圧縮完了時にも接触しない配置として圧縮を行ったもので、小さなホイール形状の圧粉体 16 を得られる。以上の作動例のように上方パンチ 13、下方パンチ 14 を構成する各部分パンチ P, p はその作動の順序やタイミング、位置あるいは圧縮力の設定がそれぞれに自由に行えるので、制御装置 12 に入力する成形プログラムや設定値を変更するだけで、同一のダイとパンチによって種々の押圧面形態を備えた圧粉体 16 を得ることができる。

【0019】上記実施例において実行されている圧縮成形法は、上方パンチ 13、下方パンチ 14 を部分パンチ P, p で構成することにより、上方パンチ 13 下方パンチ 14 による圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、タイミング、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体 16 を得る方法である。なお、この実施例では、上方パンチ 13 および下方パンチ 14 を構成する部分パンチ P, p の数をそれぞれ 3 個としているが、数は限定されず、また、上方と下方で数が異なることもある。さらに、直線移動機構 D, d はクランク式に限らず、トグル機構などの他のリンク機構およびねじ・ナット機構などであっても良い。

【0020】この多段電動式粉末成形機 1 を用いて、他に次のような圧縮成形方法を実行することができる。

【径方向継ぎ足し成形法】図 15 は、成形粉体として中心部に金属粉、中間部にセラミック粉、周辺部に他の金

属粉を用いて一体に成形された圧粉体 16 であり、図 16 は同種の成形粉体で中央部から周辺部へ階層的に強度 (粉体密度) を高めた圧粉体 16 である。従来の粉末成形では、圧縮時に成形空間 15 内部の粉体が混じりあったり、流動したりするので、上記のような圧粉体 16 を得ることはできなかった。しかし、上記の多段電動式粉末成形機 1 を用いれば、図 17~図 29 のような作動態様を取ることによって目的を達成できる。

【0021】異種粉体の継ぎ足し成形は次のように行われる。成形プログラムおよび上方パンチ 13 を構成する各部分パンチ P1~P3、下方パンチ 14 を構成する各部分パンチ p1~p3 に関する作動データ (位置、作動タイミングなど) は入力ずみとする。また、フィーダー 7 は成形粉体の種類に応じた数がダイプレート 3 上に準備され、選択的に使用される。作動の当初、上方パンチ 13 はパンチ面を平らにしてダイプレート 3 の上方に位置し、下方パンチ 14 はパンチ面をダイプレート 3 の上面に一致させており、各部がそれぞれホームポジション位置にある (図 17)。まず、下方パンチ 14 の第 3 部分パンチ p3 が、設定した所定距離 t2 だけ下降してダイ 2 の中央部に第 1 成形空間 15a を作り、これにフィーダー 7 が第 1 の成形金属粉を供給する (図 18、図 19)。上方パンチ 13 における第 3 部分パンチ P3 のみが下降して第 1 成形空間 15a の粉体を圧縮し第 1 部分圧粉体 17a を形成する (図 20)。圧縮は位置制御または圧力センサー S, s を利用したフィードバック制御で行われる。

【0022】上方パンチ 13 の第 3 部分パンチ P3 がホームポジションに戻り、下方パンチ 14 の第 3 部分パンチ p3 が上昇して第 1 圧粉体 17a の上面をダイプレート 3 の上面に揃える (図 21)。その状態を維持して、今度は下方パンチ 14 における第 2 部分パンチ p3 のみが下降し、第 1 圧粉体 17 回りに環状の第 2 成形空間 15b を形成する (図 22)。フィーダー 7 が移動して第 2 成形空間 15b に成形用セラミック粉を充填し、上方パンチ 13 の第 2、第 3 部分パンチ P2, P3 が同じ距離だけ移動し、第 2 成形空間 15b の粉体を圧縮する。このとき、第 1 の部分圧粉体 17a をパンチ面に乗せた下方パンチ 14 の第 3 部分パンチは、位置制御、または圧縮力によるフィードバック制御で下方の第 2 部分パンチ p2 のパンチ面まで後退する (図 23、図 24)。このとき、第 2 成形空間 15b の内周壁は第 1 部分圧粉体 17a の側面で形成されているので、圧縮によって第 2 成形空間 15b の粉体は第 1 部分圧粉体 17a に絡み、一体に成形されて第 2 部分圧粉体 17b が形成される。

【0023】上方パンチ 13 における第 2、第 3 部分パンチ P2, P3 がホームポジションに戻され、下方パンチ 14 における第 2、第 3 部分パンチ p2, p3 は第 2 部分圧粉体 17b を押上げ、その上面をダイプレート 3 の上面と一致させる (図 25)。以下、同様に、下方の

第1部分パンチp1が下降して第3成形空間15cが形成されて(図26)、これに第2の成形金属粉が充填され(図27)、今度は上方パンチ13の全体がそのパンチ面を平らにして下降し、第3成形空間15cの粉体を圧縮する。このとき、下方の第2、第3部分パンチp2、p3はそのパンチ面が下方の第1部分パンチp1のパンチ面と一致する位置まで下降する(図2)。そして、上方パンチ13が上方へ移動してホームポジションに戻ると共に、下方パンチ14がそのまま上昇して完成した圧粉体16をダイプレート3の上面に押し出し、ホームポジションに戻る。なお、圧粉体16を押出す場合に、図28のように上方パンチ13と下方パンチ14で圧粉体16を圧迫した状態を維持してダイプレート3の上面に押しだし、その後に圧迫力を徐々に緩める養生を行い、圧粉体にクラックが発生するのを防止することがある。以上により、異種粉体の圧粉体16が得られる。

【0024】径方向へ階層的に強度が異なる圧粉体16の成形は、上記の継ぎ足し成形方法において、第1、第2、第3の成形空間15a、15b、15cを形成する場合に、対応する下方の部分パンチpの移動量によって充填する成形用粉末の充填量を調整したり、圧力センサーによるフィードバック制御をしたり、あるいは、部分的な圧縮時における部分パンチP、pの圧縮力を各サーボモーター単位のトルクリミット制御等によって制限することによって得られる。トルクリミット制御の場合には、押圧力が異なることによって圧粉体16の押圧面に凹凸の付くことがある。上記の作動過程において実行されている圧縮成形法は、一つの成形過程に複数の成形用粉末充填ステップと圧縮ステップを順序を持たせて組み合わせ、先に形成された圧縮成形部分に次の圧縮成形部分を連結していくことを特徴としたものである。

【型内移動成形方法】図30のように、上面および下面に突部18a、18bを有する圧粉体16の成形は、従来、図31のようにパンチ面に凹部を形成した上方パンチ13、下方パンチ14で押圧することにより行われている。しかし、押圧時に上方パンチ13の凹部に粉体が十分に充填されず、成形結果を見ると上面の突部18aにおける粉体密度が他の部分より低く、この部分の強度が低くなる難点がある。また、従来の成形方法では、図42のように、フランジ19から上方に突出する部分をもつ部品を成形しようとしても、その突出部分に十分な成形粉体を充填することができないので、設計段階で図43のような部品18'に変更せざるを得ず、適切な部品を得られない難点があった。

【0025】型内移動成形は、図33～図41に示す次の作動で実行される。成形プログラムおよび上方パンチ13を構成する各部分パンチP1～P3、下方パンチ14を構成する各部分パンチp1～p3に関する作動データ(位置、作動タイミングなど)は入力ずみとする。なお、上下面に突部18a、18bを有する圧粉体16の

成形は各部分パンチP、pの内、上方・下方共に第2、第3の部分パンチP2、P3、およびp2、p3を使用すれば良いので簡略のため上下の第1部分パンチP1、p1の図示を省略している。

【0026】作動の当初、上方パンチ13はパンチ面を平らにしてダイプレート3の上面に位置し、下方パンチ14はパンチ面をダイプレート3の上面に一致させており、各部がそれぞれホームポジション位置にある(図33)。まず、下方パンチ14の第2、第3部分パンチp2、p3が、設定した所定距離t3、t4( $t3 < t4$ )だけ下降してダイ2の中央部に、中央部が低い成形空間15を作り、これにフィーダー7が成形粉体を供給する(図34～図36)。このときの下方パンチ14におけるパンチ面の凹凸は成形された圧粉体16に望む形態である。アンダーフィルとするために、下方の部分パンチp2、p3を一斉に同距離だけ下方へ移動させ、成形空間15内部の成形粉末を下方へ下げ、その上方に若干の間隔t1をとる(図37)。

【0027】上方の部分パンチP2、P3が共に、すなわち、上方パンチ13が設定所定量下降して成形空間15をまず閉鎖する(図38)。上方の部分パンチP2と下方の部分パンチp2を同時に所定の位置に移動させて、上方の部分パンチP2と下方の部分パンチp2によって閉じられた粉体を移動し、外周部分を形成する。この工程では、粉体の流動には頼らず、閉じた領域内で部分的に粉体の移動を行うため、ある場所だけ密度が低くなることはない(図39)。ついで、上方および下方の各部分パンチP、pの相対的な位置関係を維持したまま、下方パンチ13が上方に突き上げられ、成形空間15内部の粉体を圧縮する(図40)。この圧縮は位置制御または圧力センサーD、dの検出出力を利用したフィードバック制御で行われる。なお、このとき、ある程度の仮圧縮をした後、例えばフランジ部分のみを部分パンチP3、p3間でさらに圧縮したりすることによって、部分的に強度の高い部分を作る成形を行うことができる。

【0028】そして、下方の第2部分パンチp2が下降してそのパンチ面を第3部分パンチp3の面に合わせると共に、上方パンチ13がホームポジションに戻り(図41)、ついで、図示していないが下方パンチ13がそのまま、上方へ移動して成形された圧粉体16をダイプレート3の上面に押出す。

【0029】次に、図42のように、中空でフランジ19より上方に突部を有する圧粉体16の成形作動について簡略に述べる。この場合は部分パンチP1～P3、p1～p3が用いられ、また、エアアクチュエーター8によるフィーダー7の作動は単動式とし、送出しと引き戻しにそれぞれオン信号を必要なものとされている。制御装置12には、必要な成形プログラム、データが入力ずみとする。作動の当初、上方パンチ13、下方パンチ1

4はそれぞれのホームポジションにあり、下方パンチ14のパンチ面はダイブレード3の上面と一致している(図44)。

【0030】まず、フィーダー8がダイ4の位置に移動されて、その位置で停止する。ついで、下方の第1部分パンチp1が所定距離t5だけ、また、下方の第2、第3部分パンチp2、p3がt6だけ下降し、中央部が深い成形空間15を形成すると同時に、各部分パンチが下降することでフィーダー8内部の粉体が成形空間内に吸引され、充填される(図45)。成形空間15をフィーダー8によって閉じたまま、下方の第3部分パンチp3を上昇させ、下方の第1部分パンチp1のパンチ面と一致させる(図46)。

【0031】フィーダー8をホームポジションにもどした後、上記のように各部分パンチpの相対位置を定めた下方パンチ14を全体として下降させ、アンダーフィル空間t1を形成する(図47)。

【0032】上方パンチ13を下降させて成形空間15を閉じ(図48)、ついで、上方の第1部分パンチP1を所定距離だけ下降させ、上方パンチ13におけるパンチ面の形態を整える。このとき、成形空間内の粉体は移動し、上方パンチ13のパンチ面に形成される上方凹部にも成形粉体が十分に充填される。ついで、上方パンチ13が各部分パンチPの相対的位置を維持したまま下降して粉体を圧縮成形する(図50)。このとき、第1部分パンチP1、p1によってフランジ19部分を他よりも強く圧縮すれば、フランジ19部分の強度を高くできる。上方パンチ13がホームポジションに戻り、下方パンチ14では中央の第3部分パンチp3が第2部分パンチp2のパンチ面と一致するところまで下降し、中空部を形成する。この抜き出しは、圧粉体16が下方の部分パンチp1とp2のパンチ面に支持されており、スムーズに行われる(図51)。ついで、下方の第2、第3部分パンチp2、p3が、まず、第1部分パンチp1のパンチ面の位置まで同時に移動した後、第1部分パンチp1と共に下方パンチ14全体が上昇し、圧粉体16をダイブレード3の上面に押出す。このようにして、フランジ19上方に突出部分を備えた圧粉体16を成形することができる。

【0033】以上のとおり、この型内移動成形の作動は、成形空間15に成形粉体を充填した後、上方および下方のパンチ13、14で該空間を閉じ、押圧前に上記パンチ13、14の各部分パンチP、pによって構成される各分割面の位置を定めて押圧面形態を形成することにより成形空間内部の成形粉体を移動させることを特徴としたものである。

【型内圧縮移動成形方法】図42に示されるような、フランジ19の上方に突出部分を有する圧粉体16を成形する場合、型内流動成形方法を用いることとし、上記のように成形空間15に成形粉体を充填して、上方パンチ13

のパンチ面形態を整えるべく上方の第1パンチP1を下降させると、粉体の流動性の特徴によってフランジ19となるべき個所の粉体密度が不安定になることがある。型内圧縮移動成形法はこのような事態を防止するもので、図55～図57に示す次の作動によって実行される。他の場合と同様に成形プログラム、データなどに付いては制御装置12に準備されているものとする。

【0034】上方パンチ13および下方パンチ14がホームポジションにある初期状態から、下方パンチ14が下降し、さらに、下方の第2部分パンチp2が下降して、底部に環状の凹部を備えた成形空間15を作る。ついで、成形用粉体が充填された後、下方パンチ14の全体が若干下降されてアンダーフィル状態とされる(図55)。

【0035】上方パンチ13が下降して充填された粉体を軽く圧縮する(仮押圧)。これにより、成形空間15内部の粉体はほぼ均一に分布した状態で流動性が停止される(図56)。ついで、上方および下方の第1部分パンチP1、p2をフランジを形成すべき設定された位置まで移動する。この移動は、粉体が仮圧縮されている状態で行い、その後に全体を本押圧する(図57)。この場合、粉体が仮圧縮された状態で移動されているので他への、または、他からの粉体の移動を防止することができる。移動部分の密度を安定させることができる。このようにして目的とする圧粉体16を得ることができる。

【0036】したがって、この成形方法は、上方あるいは下方のパンチ13、14による押圧を本押圧とその前の仮押圧とし、仮押圧の後、部分パンチP、pによって形成される一部の分割面を移動して押圧面形態を完成させることを特徴としたものである。

【0037】以上は実施例である。上方および下方のパンチ13、14は成形空間15の粉体を上下から押圧することもある。また、部分パンチは同心円状の分割ではなく、放射状やその他の分割であることもある。

【0038】

【発明の効果】

【請求項1、2、3】同じ多段電動式粉末成形機において、成形品としての圧粉体の形状、密度あるいは素材の分布などを比較的自由に設定でき、その結果、様々な押圧面形態を備えた成形品を得ることができる。また、ダイセットなどを必要とせず、各種データの設定が容易であることから、成形品の形態を変更することが簡単にできる。

【請求項4】異種粉体の圧粉体が径方向で一体に構成された成形品や、径方向で階層的に粉体密度の異なる成形品を得られ、圧縮成形の利用分野が拡大する。

【請求項5】押圧面に凹凸を有する押圧面形態であっても、凹凸部分に成形用粉末が十分に充填され、粉体密度の均質な成形品を得ることができる。

【請求項6】フランジのように側面から突出した部分を

有する成形品であっても突出部分における粉末密度を均一にし、かつ、強度の高いものを得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】機構的に示した正面図。

【図 2】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図 3】断面で示す要部の正面図。

【図 4】断面で示す要部の正面図。

【図 5】断面で示す要部の正面図。

【図 6】断面で示す要部の正面図。

【図 7】断面で示す要部の正面図。

【図 8】断面で示す要部の正面図。

【図 9】断面で示す要部の正面図。

【図 10】断面で示す要部の正面図。

【図 11】断面で示す要部の正面図。

【図 12】断面で示す要部の正面図（作動の第 2 例）。

【図 13】断面で示す要部の正面図（作動の第 3 例）。

【図 14】断面で示す要部の正面図（作動の第 4 例）。

【図 15】（イ）は平面図、（ロ）は縦断面図。

【図 16】（イ）は平面図、（ロ）は縦断面図。

【図 17】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図 18】断面で示す要部の正面図。

【図 19】断面で示す要部の正面図。

【図 20】断面で示す要部の正面図。

【図 21】断面で示す要部の正面図。

【図 22】断面で示す要部の正面図。

【図 23】断面で示す要部の正面図。

【図 24】断面で示す要部の正面図。

【図 25】断面で示す要部の正面図。

【図 26】断面で示す要部の正面図。

【図 27】断面で示す要部の正面図。

【図 28】断面で示す要部の正面図。

【図 29】断面で示す要部の正面図。

【図 30】（イ）は縦断面図、（ロ）は平面図。

【図 31】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図 32】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図 33】断面で示す要部の正面図（実施例）。

【図 34】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

\* 【図 35】断面で示す要部の正面図。

【図 36】断面で示す要部の正面図。

【図 37】断面で示す要部の正面図。

【図 38】断面で示す要部の正面図。

【図 39】断面で示す要部の正面図。

【図 40】断面で示す要部の正面図。

【図 41】断面で示す要部の正面図。

【図 42】（イ）は縦断面図、（ロ）は平面図。

【図 43】断面で示す要部の正面図（従来例）。

10 【図 44】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図 45】断面で示す要部の正面図。

【図 46】断面で示す要部の正面図。

【図 47】断面で示す要部の正面図。

【図 48】断面で示す要部の正面図。

【図 49】断面で示す要部の正面図。

【図 50】断面で示す要部の正面図。

【図 51】断面で示す要部の正面図。

【図 52】断面で示す要部の正面図。

20 【図 53】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図 54】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図 55】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図 56】断面で示す要部の正面図。

【図 57】断面で示す要部の正面図。

【符号の説明】

1 多段電動式粉末成形機

2 ダイ

3 ダイプレート

4 上方パンチ

ユニット

30 5 下方パンチユニット

6 ベース

7 フィーダー

8 エアアクチ

ュエーター

12 制御装置

13 上方パン

チ

14 下方パンチ

15 成形空間

16 圧粉体

R 加圧ラム

P パンチ

M サーボモーター

D 直線移動機

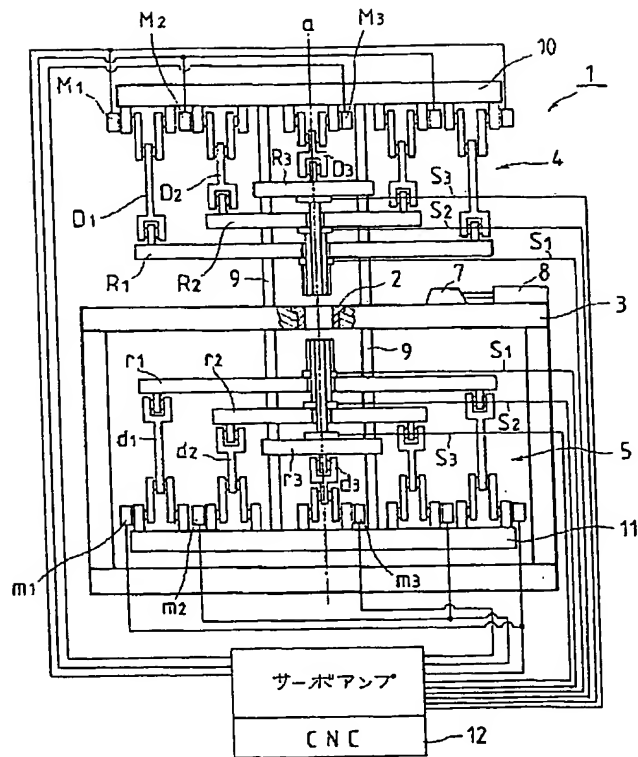
構

40 S 圧力センサー

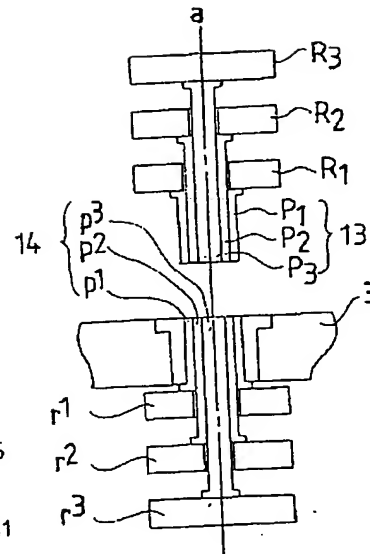
\*



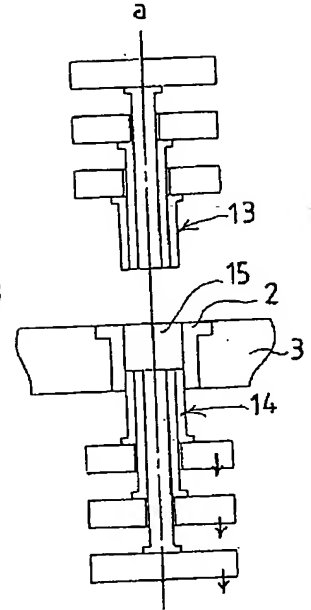
【図 1】



【図 2】

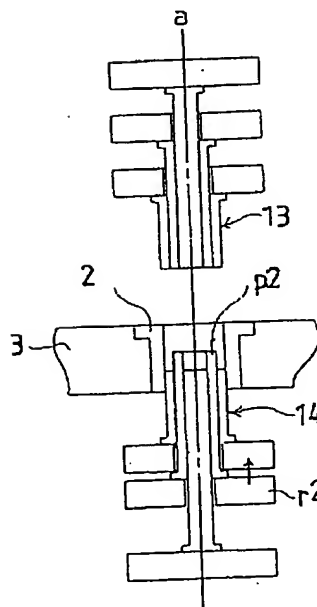


【図 3】

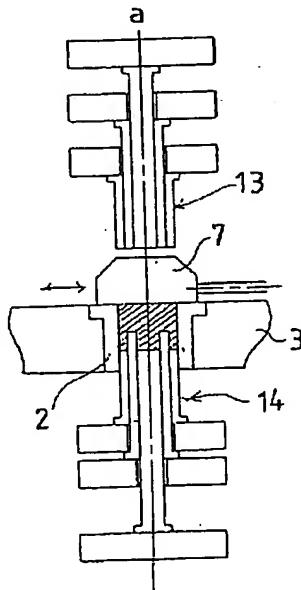


【図 7】

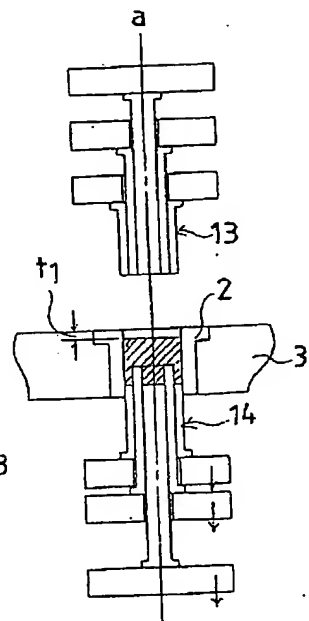
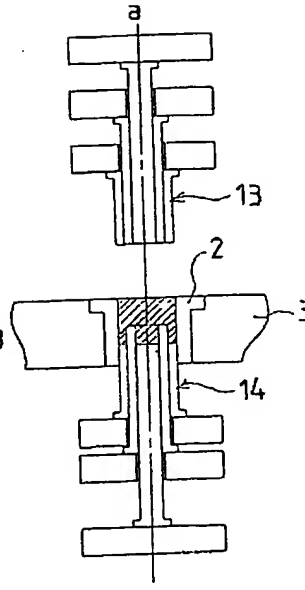
【図 4】



【図 5】

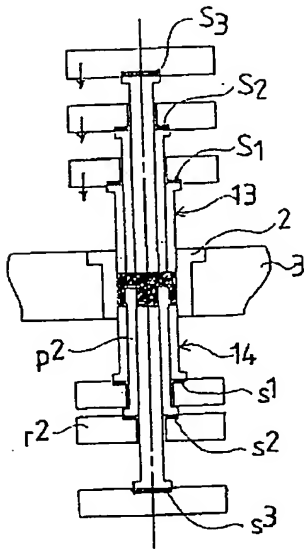


【図 6】

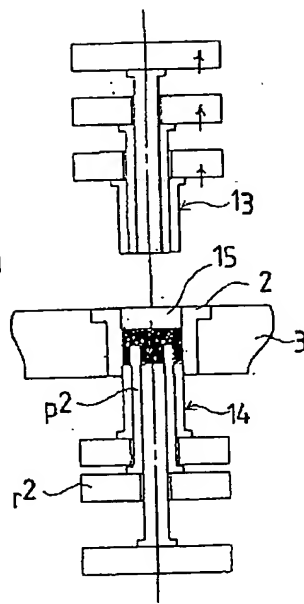




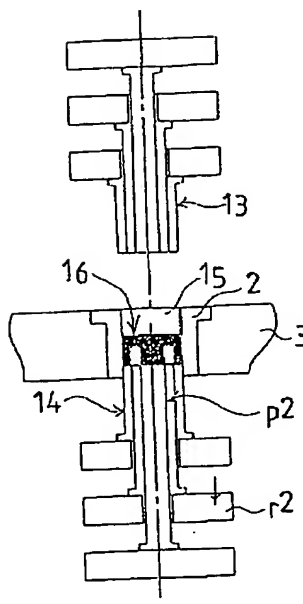
【図 8】



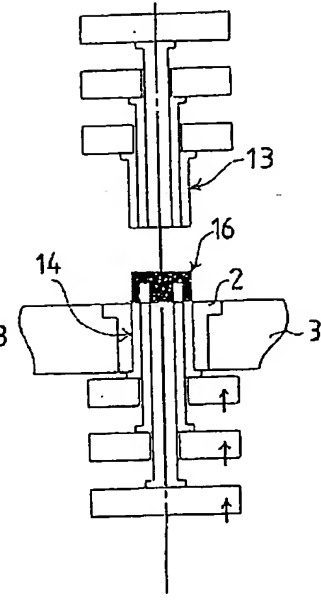
【図 9】



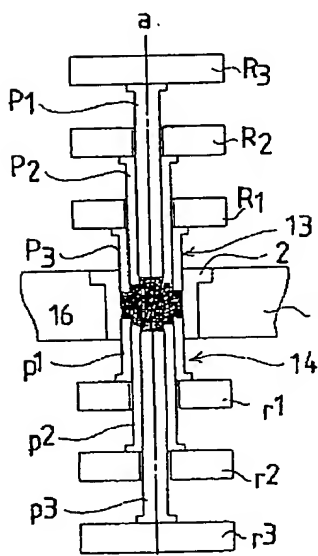
【図 10】



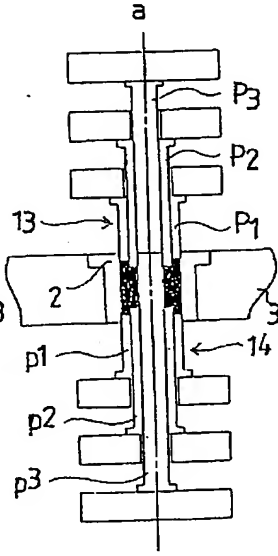
【図 11】



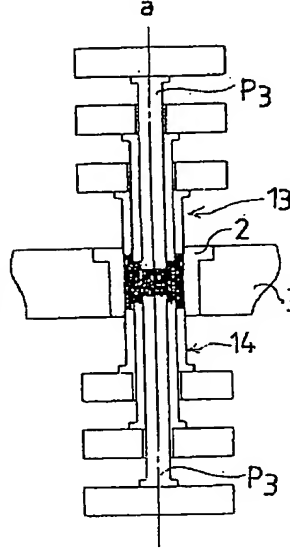
【図 12】



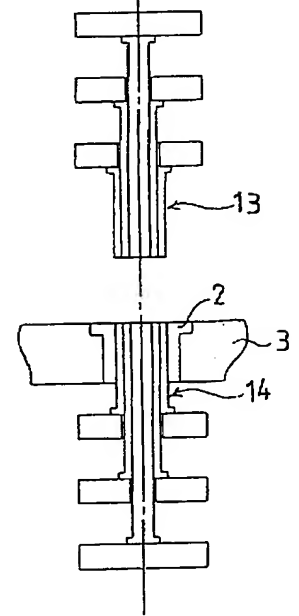
【図 13】



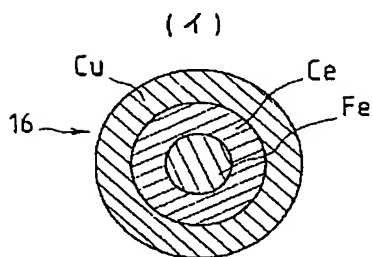
【図 14】



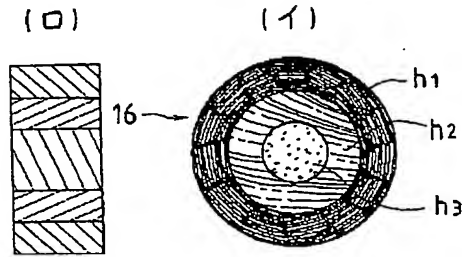
【図 17】



【図 15】



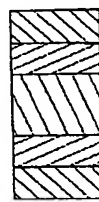
【図 16】



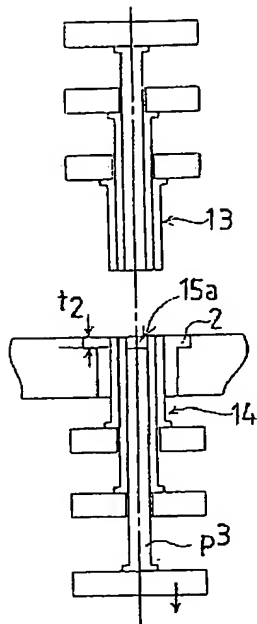
(イ)



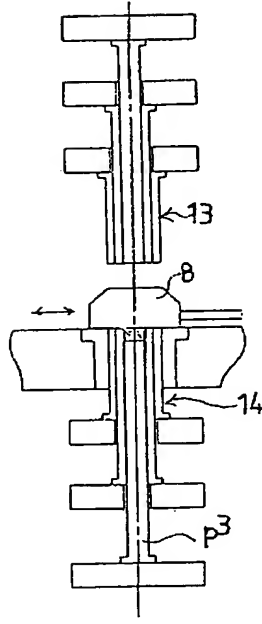
(ロ)



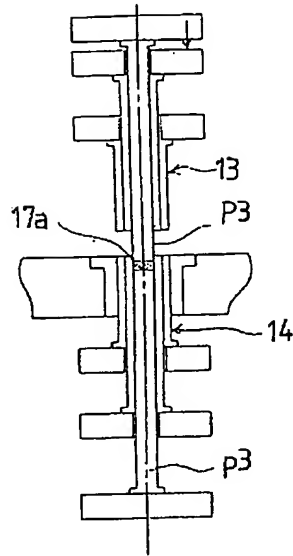
【図18】



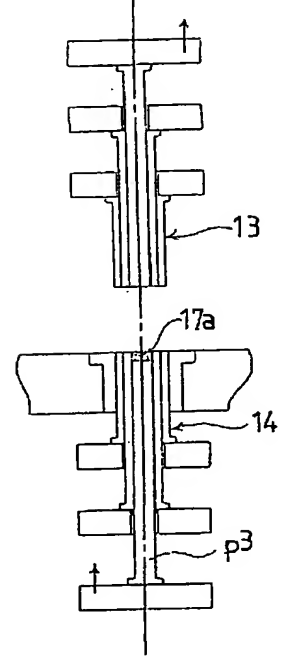
【図19】



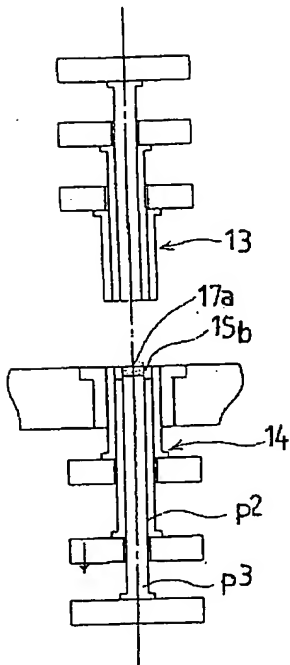
【図20】



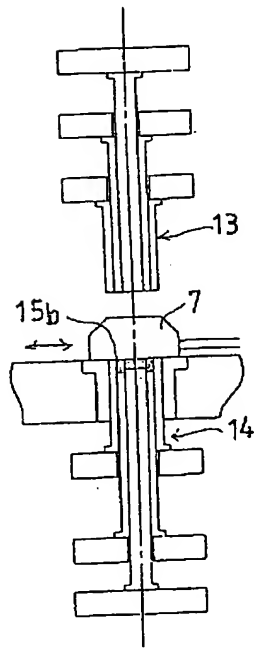
【図21】



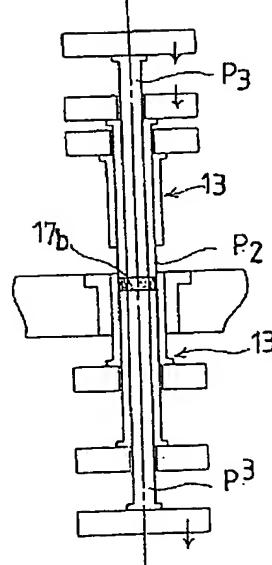
【図22】



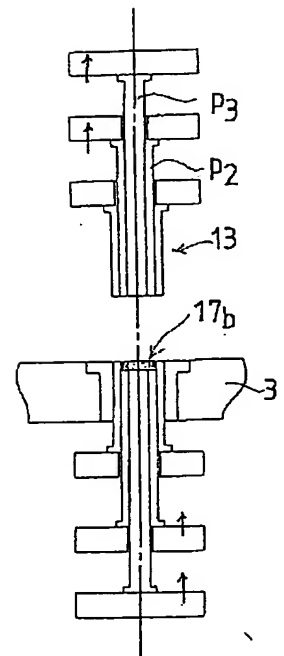
【図23】



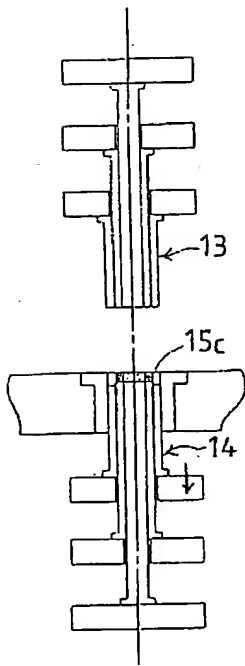
【図24】



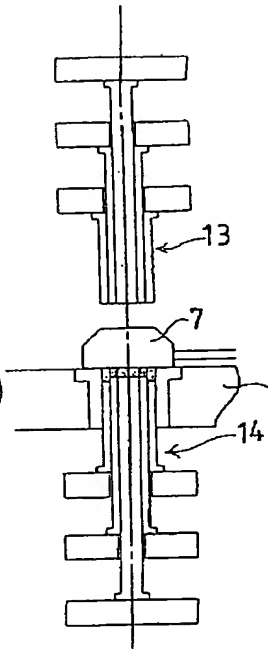
【図25】



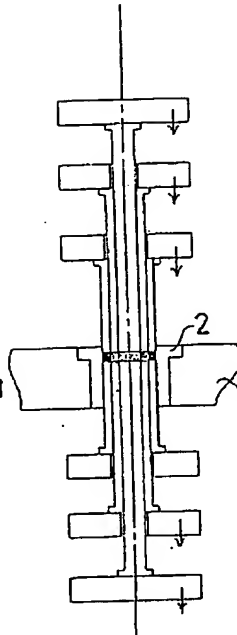
【図26】



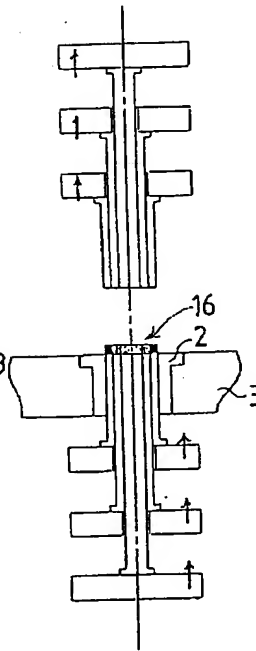
【図27】



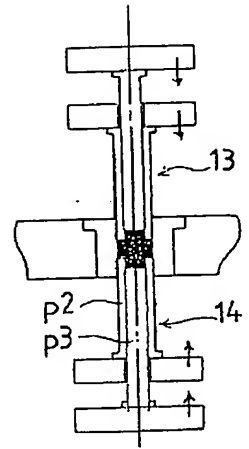
【図28】



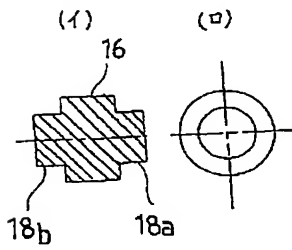
【図29】



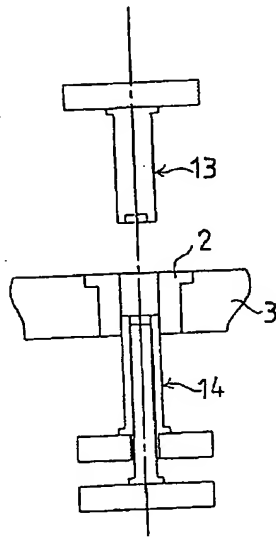
【図40】



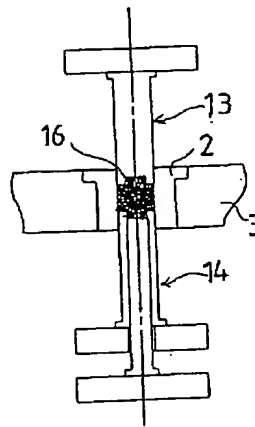
【図30】



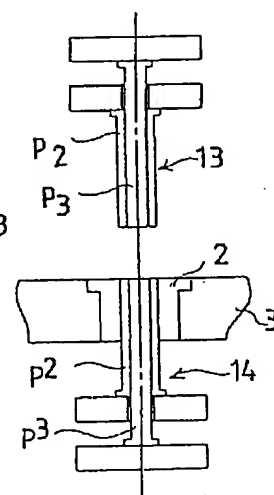
【図31】



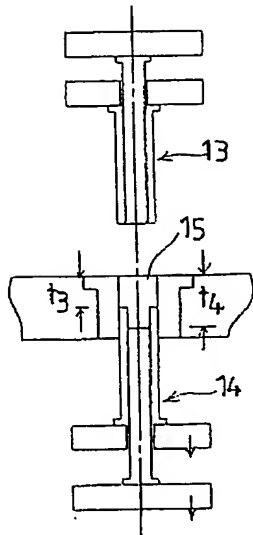
【図32】



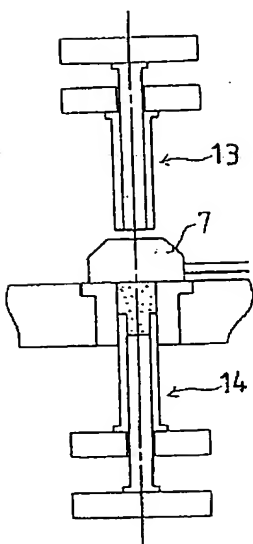
【図33】



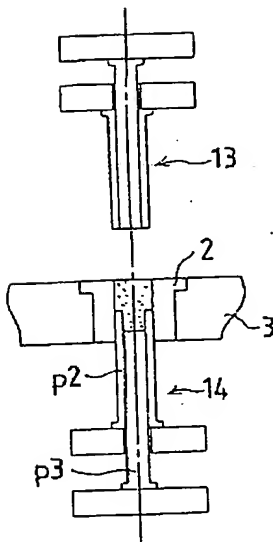
【図34】



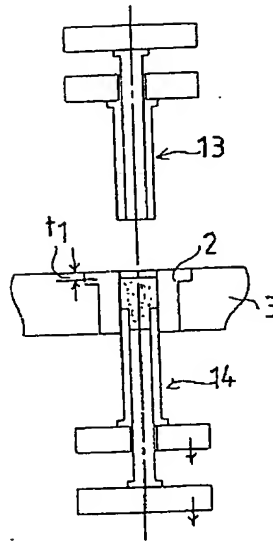
【図35】



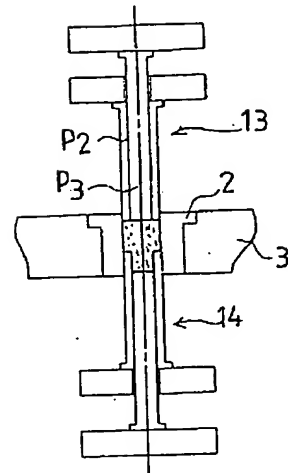
【図36】



【図37】

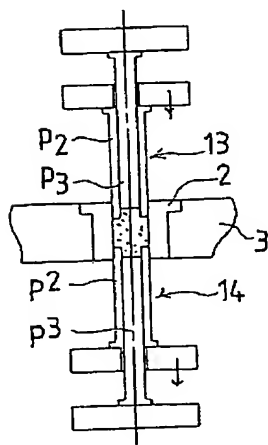


【図38】

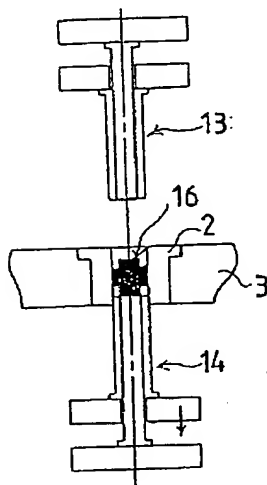


【図45】

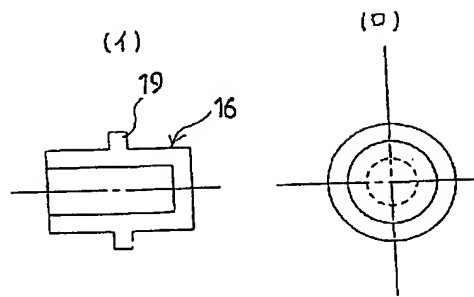
【図39】



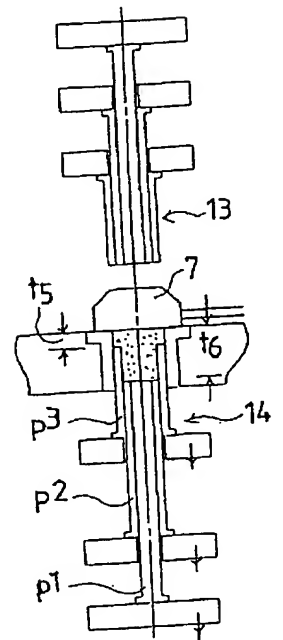
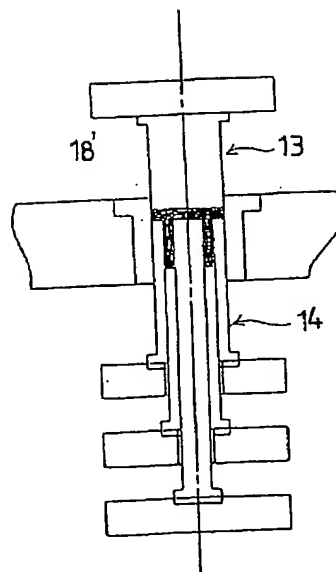
【図41】



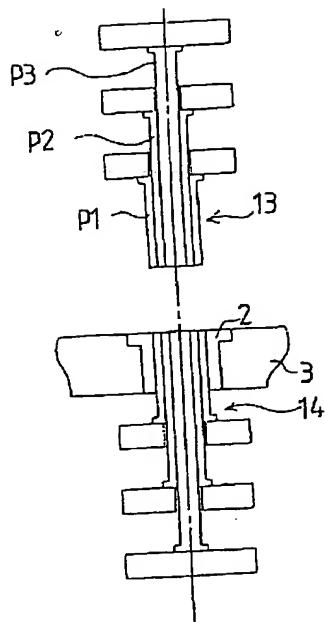
【図42】



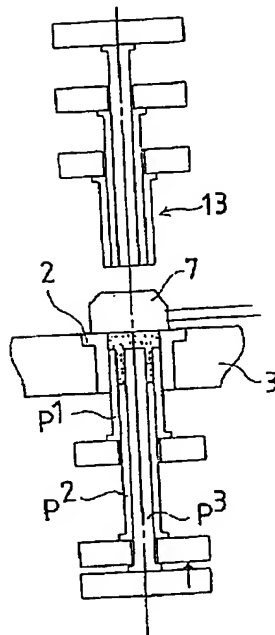
【図43】



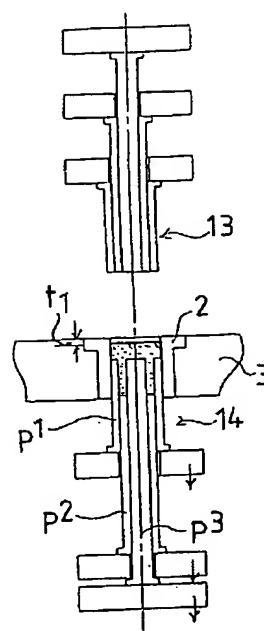
【図 4 4】



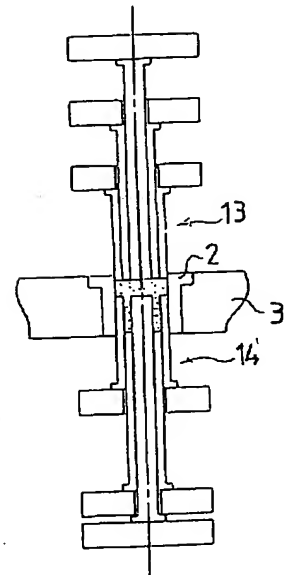
【図 4 6】



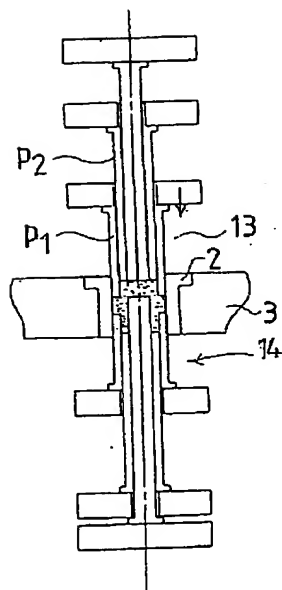
【図 4 7】



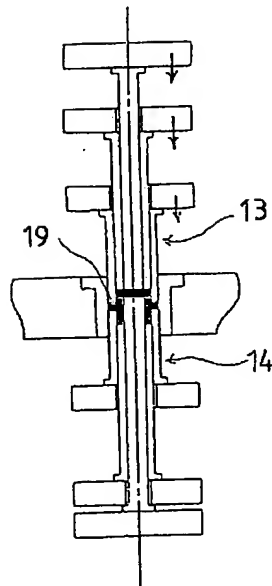
【図 4 8】



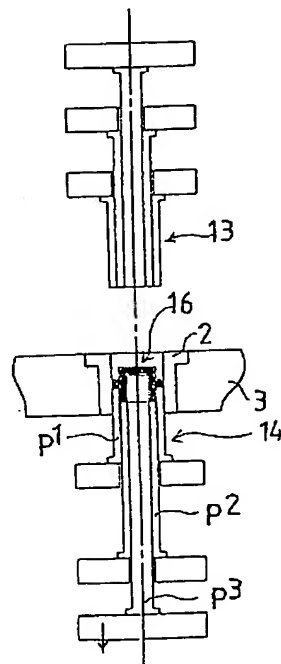
【図 4 9】



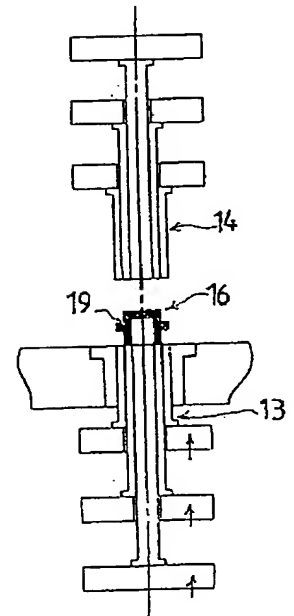
【図 5 0】



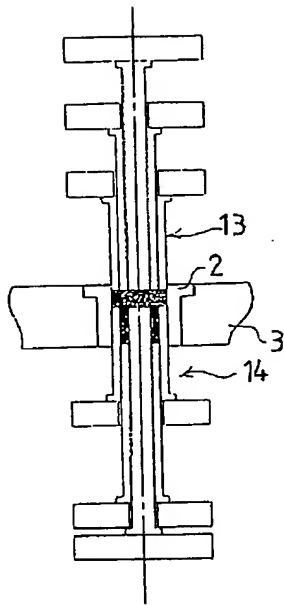
【図 5 1】



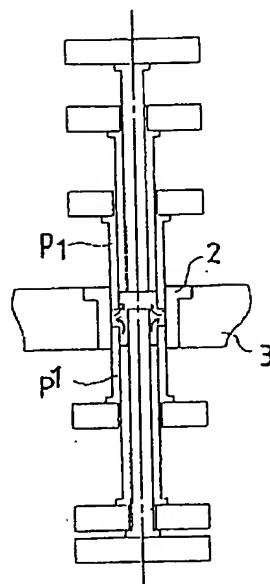
【図 5 2】



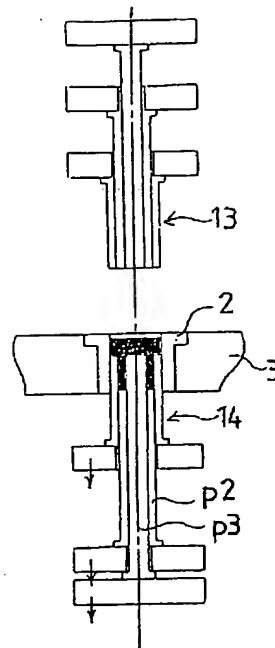
【図53】



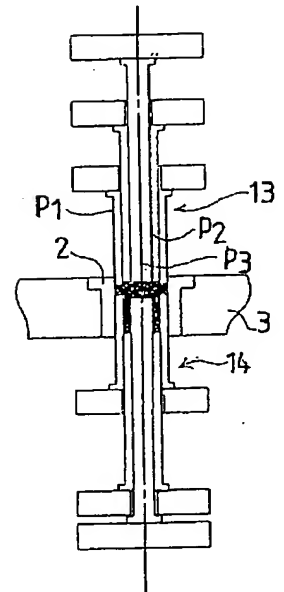
【図54】



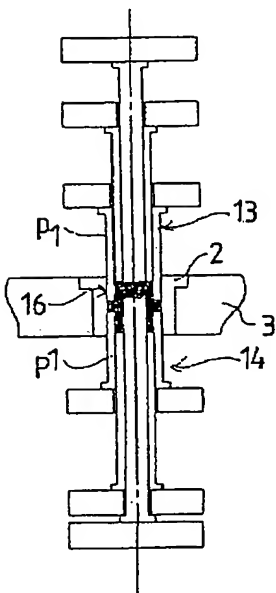
【図55】



【図56】



【図57】



フロントページの続き

(72)発明者 平 尊之  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社商品開発研究所内

(72)発明者 村中 正樹  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社商品開発研究所内